

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-249252

(43)Date of publication of application : 14.09.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/36  
C25D 1/02

(21)Application number : 2000-059817

(71)Applicant : INOU KK

(22)Date of filing : 06.03.2000

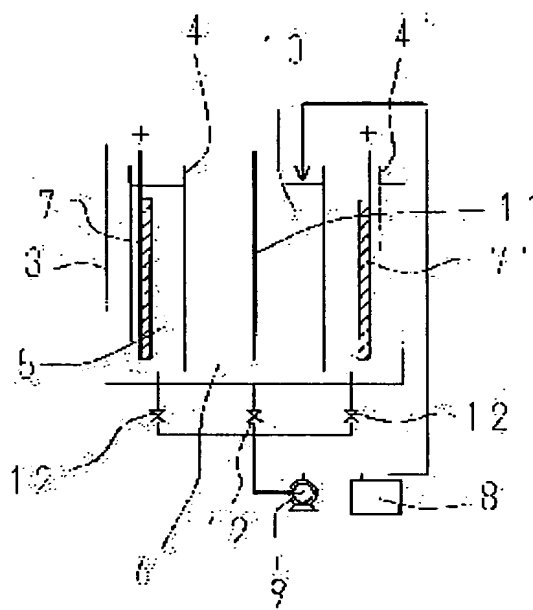
(72)Inventor : ODA TOKUJI  
AKIYAMA KAZUO

## (54) FERRULE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a metallic ferrule having an outer diameter of 1 mm or less and a method for manufacturing a desired number of such ferrule at low cost.

**SOLUTION:** A cylindrical metallic ferrule for connecting a optical fiber is characterized by the ferrule having an outer diameter of 1 mm or less, and is employed in a connector for optical fibers. The manufacturing method of the ferrule includes a process of forming a rod-like object having an outer diameter of 1 mm or less by depositing a metal around a wire, a process of removing the wire from the rod-like object, and a process of machining the outer circumference of the rod-like object into a complete roundness having an outer diameter of 1 mm or less.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The ferrule characterized by the outer diameter of the ferrule being 1mm or less in the metal ferrule of the shape of a cylinder for connecting an optical fiber.

[Claim 2] The ferrule according to claim 1 which a ferrule essentially turns into from the metallic material chosen from aluminum, nickel, iron, copper, cobalt, and those alloys.

[Claim 3] It is 1 or the ferrule according to claim 1 or 2 which it has about the insertion hole for inserting an optical fiber strand in a longitudinal direction.

[Claim 4] The connector for optical fibers using a ferrule according to claim 1 to 3.

[Claim 5] The optical connector according to claim 4 as components for carrying out the splice of the optical fibers.

[Claim 6] The manufacture approach of the ferrule according to claim 1 to 3 which comes to contain the process which is made to deposit a metal on the perimeter of a wire rod, and forms a rod-like object with an outer diameter of about 1mm or less, the process which removes a wire rod from a rod-like object, and the process which processes the periphery of a rod-like object into a perfect circle with an outer diameter of 1mm or less.

[Claim 7] The manufacture approach of the ferrule according to claim 6 which is made to deposit a metal on the perimeter of a wire rod by electrocasting, and forms a rod-like object.

[Claim 8] The manufacture approach of a ferrule according to claim 6 or 7 that a wire rod is a metal or a front face is a conductive wire rod at least.

[Claim 9] The manufacture approach of the ferrule according to claim 7 or 8 which has pH of the electrocasting liquid used for electrocasting in an acidity side.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] About the ferrule used for connection of an optical fiber, this invention divides and relates to the metal ferrule of the shape of a cylinder with a small outer diameter.

[0002]

[Description of the Prior Art] The object for \*\* of the optical fiber came to be carried out in the various fields using light corpuscle children including the telephone line with arrival of multimedia age. After cutting an optical fiber to the proper die length according to an application, it carries out connector finish of the termination, and is usually used, and the components of the shape of a cylinder usually called the ferrule for holding optical fiber strands on the same axle are used for connector finish.

[0003] A ferrule forms the mixture of zirconia powder and resin in the shape of a cylinder by injection molding or extrusion molding until now. While resin was disassembled by calcinating around 500 degrees C, diamond polish of the through tube of a baking object was carried out after calcinating around 1,200 degrees C further, and tuning the aperture finely, it was manufactured by processing it to the through tube, so that the periphery of a baking object may become a perfect circle. however, when based on such a manufacture approach (1). Need an expensive briquetting machine metallurgy mold for injection molding or extrusion molding, and also From tending to wear metal mold out with zirconia powder, maintenance must be performed frequently or it must exchange (2). Diamond polish of a through tube takes time and effort and skill, and it is hard to raise productivity (3). Since it calcinates at an elevated temperature Great energy cost starts (4). In the ferrule which uses ceramics, such as a zirconia, as a raw material The ferrule to which preparing two or more through tubes which insert in an optical fiber strand uses impossible (5) ceramic as a raw material substantially is physical contact connection (it is hereafter written as "PC connection"). It corresponded and there was a problem that it was difficult to process an end face on the convex spherical surface, the slanting convex spherical surface, a flat side, a slanting flat side, etc.

[0004] As a means to solve these problems, Tanaka and others has proposed the manufacture approach of the metal ferrule which comes to contain the process which is made to deposit a metal on the periphery of a wire rod by electrocasting, and forms a rod-like object, and the process which removes a wire rod from the rod-like object in the international application PCT/JP 99/No. 06570 specification (name of invention "it is the manufacture approach of a ferrule to the ferrule list used for an optical connector and it") based on Patent Cooperation Treaty. However, according to the written contents of this specification, since the outer diameter was comparatively as thick as 2 thru/or 3mm, when the ferrule obtained by this manufacture approach was not able to raise packaging density of the optical fiber in a connector etc. easily and also performed a grinding process to the periphery of a rod-like object, it was difficult for it to hold down eccentricity to the predetermined range, and it had the problem that the yield of a ferrule product tends to fall, as that result. Furthermore, when based on Tanaka's and others approach, the energization on abbreviation the 1st was taken to obtain the rod-like object used as the base material of a ferrule, and there was a problem that great time amount and energy cost started manufacture of a ferrule.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In view of this situation, this invention makes it a technical problem to offer the approach that the number of requests of the metal ferrule of the shape of a cylinder whose outer diameter is 1mm or less, and this ferrule can be manufactured at a low price.

[0006]

[Means for Solving the Problem] When this invention person inquired wholeheartedly, this ferrule found out that the number of requests could be manufactured at a low price with predetermined dimensional accuracy by the approach of going via the process which is made to deposit a metal on the periphery of a wire rod, and forms a rod-like object with an outer diameter of about 1mm or less, the process which removes a wire rod from a rod-like object, and the process which processes a rod-like object into a perfect circle with an outer diameter of 1mm or less. Moreover, when a rod-like object was formed by electrocasting, it found out that the time amount taken to form the rod-like object used as the base material of a ferrule could be shortened sharply by setting pH of electrocasting liquid to an acidity side. Furthermore, since the outer diameter was remarkably small as compared with the conventional ferrule, the ferrule which can be obtained by this approach checked that eccentricity could be easily held down within \*\*0.5 micrometers to the predetermined range and a detail by [ which can improve the packaging density of the optical fiber in a connector etc. intentionally and also carries out the grinding process of the periphery of a rod-like object ] carrying out.

[0007]

[Embodiment of the Invention] Along with a drawing, it explains hereafter about the gestalt of implementation of this invention. Drawing 1 is the sectional view of the ferrule by this invention, and drawing 2 is the left side view of the ferrule shown in drawing 1. In drawing 1 and drawing 2, 1 is a ferrule, consists of a metallic material usually chosen from aluminum, nickel, iron, copper, cobalt, or those alloys essentially, and is manufactured by forming this in the shape of [ of a minor diameter ] a cylinder. 2 is a through tube for inserting an optical fiber strand, and the diameter of a through tube 2 is set to 125.0 micrometers, 125.5 micrometers, 126.0 micrometers, 127.0 etc. micrometers, etc., corresponding to the wire size of the optical fiber strand to insert. In addition, when based on the manufacture approach of this invention that carries out a postscript, the aperture of a through tube 2 can be set into a submicron precision, and can set it to less than  $\pm 0.5$  micrometers easily at a detail.

[0008] while the outer diameter of a ferrule 1 takes into consideration the wearing nature to a connector etc., mechanical strength, etc. — the diameter of 1mm or less — it considers as 0.50 thru/or the range of 0.75mm desirably. Let the die length of a ferrule 1 be a proper thing according to the structure of a connector etc. In addition, in the ferrule of this invention, corresponding to an application, as shown in drawing 1, both both [ one side or ] in a ferrule 1 may be processed into the configuration of a flat, PURIDOMU, an angle type, etc., or it is the purpose which make an optical fiber strand easy to insert in a through tube 2, and the back taper of an include angle may be suitably formed in both optical fiber both [ one side or ] of insertion opening in a through tube 1. In addition, the grinding process of the periphery of a ferrule 1 is carried out to a submicron precision and a detail by NC machining etc. to the core of a through tube 2 at a less than  $\pm 0.5$ -micrometer perfect circle if needed.

[0009] What is shown in drawing 3 is the ferrule of this invention that prepared two through tubes so that two optical fiber strands could be inserted, and drawing 4 is that left side view. 2 and 2' is the two through tubes, one through tube 2 is punched along with the medial axis of a ferrule 1 at the longitudinal direction of a ferrule 1, and eccentricity of another through tube 2' is carried out a little from the medial axis of a ferrule 1, and it is punched in parallel with the through tube 2 along with the medial axis of a ferrule 1.

[0010] This invention offers the metal ferrule of the shape of a cylinder whose outer diameter is 1mm or less as these examples see. However, an above-mentioned example is mere instantiation and this invention must not never be limited to these examples. Speaking of the configuration of a ferrule, especially the ferrule of this invention is cylindrical as a whole, and though the metal ferrule at large that outer diameter at large is 1mm or less is included and it has heights, a crevice, and/or a notch corresponding [ for example, ] to the configuration in a connector in the proper place of that periphery, it cannot be overemphasized that they make it natural and are included by this invention.

[0011] If how to manufacture this ferrule is explained, the manufacture approach of this invention will come to contain the process which is made to deposit a metal on the perimeter of a wire rod, and forms a rod-like object with an outer diameter of about 1mm or less, the process which removes a wire rod from a rod-like object, and the process which processes the outer diameter of a rod-like object into a perfect circle 1mm or less as stated above. According to the structure of for example, a electrocasting tub or an anode plate etc., since it is necessarily fixed in no parts in a wire rod, as the outer diameter of a rod-like object becomes large, as for the thickness of the metal deposited on the perimeter of a wire rod by electrocasting etc., the degree a through tube carries out [ a degree ] eccentricity becomes larger. The thickness of the metal deposited on the perimeter of a wire rod in this invention by setting the outer diameter of a rod-like object to about 1mm or less from having stopped to the need minimum It becomes very easy to carry out the grinding process of the perimeter of a rod-like object, and to hold down eccentricity (gap with the core of the circle when likening the periphery of a ferrule with a perfect circle and the core of a through tube) within  $\pm 0.5$  micrometers to a detail in the predetermined range, and the yield of the ferrule as a product also becomes good. Although the approach by electrocasting, vacuum evaporation, or those combination etc. is mentioned and the ferrule of this invention can be manufactured by any approach as an approach of making a metal depositing on the perimeter of a wire rod, for example, the approach by electrocasting is suitable to manufacture many ferrules for a short time. Then, in the following, it explains focusing on the approach by electrocasting about the manufacture approach of the ferrule by this invention.

[0012] A conductive wire rod is used in the manufacture approach of the ferrule by electrocasting. As the quality of the material of a wire rod, iron, aluminum, copper or the metal wire by those alloys, the thing that carried out solder plating of the perimeter, the thing which formed synthetic resin, such as nylon, polyester, and Teflon (trademark), in the line, plated metallic materials, such as nickel and silver, on the front face, or formed conductive synthetic resin in it further at the line are used, for example. Since a wire rod determines the bore of a ferrule, i.e., the aperture of the through tube which inserts an optical-fiber strand, high degree of accuracy is required of all the homogeneity of a size, the roundness (order of approximation of the expected diameter in a wire rod, and an actual diameter), and linearity. The wire rod which can obtain by approaches, such as center loess processing, for example, has precision with a diameter of about  $125.0 \pm 0.5$  micrometers further if it is the approach of extruding the metal or synthetic resin like the above using a dice, an approach by the wire drawing, and the case where it is a stainless alloy can obtain this wire rod easily. In addition, as a configuration of a through tube, in asking for the configuration except circular, it carries out extrusion molding of the above-mentioned metallic material using a dice.

[0013] It is equipment for being shown in drawing 5 to manufacture a rod-like object by electrocasting, and three are a electrocasting tub among drawing and the interior is separated into the anode plate room 5 and the cathode room 6 by the thin film 4. In accordance with the wall of the electrocasting tub 3, the anode plate 7 of a pair and 7' counter mutually inside a diaphragm 4, and are prepared in the anode plate room 6. The quality of the material of an

anode plate 7 and 7' is suitably chosen according to the metal which you are going to make it deposit on the perimeter of a wire rod, and nickel, iron, copper, cobalt, etc. are usually used. 8 is a filter, and a filtration accuracy 0.1 thru/or an about 2-micrometer thing are used, and it usually carries out high-speed filtration of the electrocasting liquid with a pump 9. In addition, 12 is a valve.

[0014] 10 is electrocasting liquid, water is usually used as a solvent, and the thing which makes it come to contain the proper metal component according to the class of metal which it is going to make this deposit on the perimeter of a wire rod is used. Also although based also on the class of metal made to deposit by electrocasting As each metal component, nickel, iron, copper, cobalt, tungstens, and those alloys are mentioned [ therefore ], for example. As electrocasting liquid 10 In the condition of a water solution or suspension, hold this metal component. For example; nickel amiosulfonate, a nickel chloride, a nickel sulfate, The first iron of sulfamic acid, the first iron of \*\*\*\*\*; copper pyrophosphate, \*\*\*\*\*. In water solutions, such as titanium fluoridation copper, alkanol sulfonic-acid copper, cobalt sulfate, and sodium tungstate Or the suspension which makes water come to distribute impalpable powder, such as silicon carbide, tungsten carbide, boron carbide, a zirconium dioxide, silicon nitride, an alumina, and a diamond, is used. That electrocasting is easy, a chemically stable thing, and since it is easy to dissolve, the water solution containing sulfamate is [ among these ] very useful as electrocasting liquid 10. In addition, since the metal component of electrocasting liquid 10 serves as a metallic material which constitutes the ferrule of this invention as it is, when asking for the ferrule used for PC connection, it is desirable for grinding to be easy, for example, to consider as nickel alloys, such as nickel, or nickel/cobalt alloy.

[0015] Electrocasting is in the condition with which the electrocasting liquid 10 like \*\*\*\* was filled in the electrocasting tub 3, and a wire rod 11 being immersed in the cathode room 6, and rotating a wire rod 11 around the axial center of the longitudinal direction if needed, it impresses a forward and negative direct current to an anode plate 7, 7', and a wire rod 11; respectively, and it energizes it so that it may become 4 thru/or about two 20 A/dm<sup>2</sup> current density. this time — electrocasting liquid 10 — pH by the side of acidity — desirably, still more desirably, pH3 thru/or 6, and when maintaining to pH4 thru/or 5, a metal may usually be deposited on the perimeter of a wire rod 11. from energization initiation to predetermined thickness within 3 thru/or 8 hours for less than 12 hours. For example, when a ferrule with an outer diameter of 0.75mm was manufactured, and used the stainless steel line (SUS304) with a diameter of 126.8 micrometers (roundness of less than \*\*0.5 micrometers) as the wire rod 11, nickel amiosulfonate was contained for this wire rod, it was immersed in the electrocasting liquid 10 which adjusted pH to 4.3 and it energized for a little less than 5 hours, the rod-like object before and behind the outer diameter of 0.9mm was stabilized, and was obtained. In addition, in drawing 5, although the example immersed one in a wire rod 11 into electrocasting liquid 10 was shown, this is mere instantiation and it cannot be overemphasized that two or more wire rods can be immersed if needed. Although especially shown in drawing 3 and drawing 4, in asking for the ferrule which solves and has two or more through tubes, the wire rod of a number which corresponds using proper support is stopped so that it may become parallel mutually, and in this condition, it is immersed into electrocasting liquid 10 and energizes. Moreover, electrocasting liquid 10 may remove inorganic impurities, such as copper, from electrocasting liquid by removing an organic nature impurity periodically, and making into cathode and an anode plate the iron corrugated plate and carbon which carried out nickel plating in advance of electrocasting using activated carbon etc., respectively, and energizing by the low current consistency before and behind 0.2 A/dm<sup>2</sup> among two poles.

[0016] The rod-like object obtained thus is picked out from electrocasting liquid 10, and removes a wire rod 11. There may be no limit especially about the method of removing a wire rod 11, for example, in short, the dissolution, drawing out, extrusion, etc. may be what kind of approaches, if a rod-like object does not deform. It is easily removable by rotating a rod-like object slowly and drawing out a wire rod 11, processing in an acid or alkaline water solution, or heating generally, if needed, although based also on the quality of the material of a wire rod 11. Electrocasting is preceded. On the front face of a wire rod 11 moreover, as a release agent For example, polyoxyethylene alkyl ether, the ethylene oxide addition product of aliphatic alkylester, Polyoxyethylene alkyl phenyl ether and polyoxypropylene alkyl ether Polyoxypropylene alkenyl ether and polyoxy butylene alkyl ether Polyoxy butylene alkenyl ether and sucrose fatty acids ester Fatty-acid glycerol monoester and higher-fatty-acid alkanol amides Polyoxyethylene higher-fatty-acid alkanol amides and amine oxide Nonionic surfactants, such as alkyl glycosides, and gallotannic acid, When optimum dose spreading of 1 or the plurality of tannin, such as gallotannic acid, tannic-acid sodium, tannic-acid iron, tannic-acid antimony, and m-galloylgallic acid, is carried out or it is immersed in these solutions, removal of the wire rod 11 after electrocasting becomes very easy. In addition, a wire rod 11 will usually be desirably exposed to air one week or more the 2nd day or more the 1st day or more, after electrocasting is completed rather than it removes immediately, after electrocasting is completed, and if it carries out after a contact part with the wire rod 11 in a rod-like object oxidizes to some extent, it can be removed still more easily.

[0017] Although the rod-like object from which the wire rod 11 was removed can also be used as a ferrule as it is after cutting it to the die length predetermined [ according to an application ], it usually carries out the grinding process of the periphery to a perfect circle in a submicron precision (less than \*\*0.5 micrometers) by NC machining etc. In this invention, since thickness of the metal deposited on the perimeter of a wire rod was made into the outer diameter of a rod-like object and it was referred to as about 1mm or less, eccentricity in the ferrule as a product can be easily set to less than \*\*0.5 micrometers.

[0018] Next, if the operation of the ferrule of this invention is explained, the ferrule of this invention can be used very advantageous in the various applications using a light corpuscle child as components for connecting optical

fibers temporarily or eternally. Since eccentricity is very small while the packaging density of the optical fiber in various connectors including a plug mold connector, a jack mold connector, an adapter, and a receptacle is intentionally improvable from an outer diameter being remarkably small as compared with the conventional ferrule, for example, the ferrule of this invention can connect an optical fiber to high degree of accuracy more, and can make loss of the lightwave signal accompanying connection small intentionally. The example of the connector which was illustrated to drawing 1 and drawing 2 and which solves and makes PC connection of the optical fibers using the ferrule of this invention is shown in drawing 6. As a procedure, first, the optical fiber strand 13 and 13' are inserted in the through tube of a ferrule 1 and 1', respectively, and convex spherical-surface finish of the end face of a ferrule 1 and 1' is carried out in this condition, respectively. Next, into the through tube of the alignment sleeve 14, the optical fiber strand 13 and 13' which attached a ferrule 1 and 1' are inserted in it from an opposite direction until tips contact termination. The optical connector obtained thus remains as it is, and is used, or a general-purpose jacket holder, a rubber holder, an outer color, etc. are equipped with and used for it if needed. In addition, in this case, grinding of the tip of the optical fiber strand 13 and 13' may be carried out to for example, the convex spherical surface or the slanting spherical surface, or it may carry out grinding to a ferrule 1, and the end face and coincidence of 1' in a flat side or a slanting flat side.

[0019]

[Effect of the Invention] This invention relates to a strange new metal ferrule conventionally as above-stated. Since the outer diameter is small, the ferrule of this invention can improve the packaging density in a connector intentionally as compared with the case where the conventional ferrule is used. Moreover, since it is easy to process the ferrule of this invention, it is suitable for PC connection which requires highly precise processing where an optical fiber strand is inserted.

[0020] This ferrule can manufacture the number of requests easily and at a low price with predetermined dimensional accuracy by the manufacture approach by this invention that comes to contain the process which is made to deposit a metal on the perimeter of a wire rod, and forms a rod-like object with an outer diameter of about 1mm or less, the process which removes a wire rod from a rod-like object, and the process which processes a rod-like object in the shape of [ of a perfect circle with an outer diameter of 1mm or less ] a cylinder. When forming a rod-like object by electrocasting especially and setting pH of electrocasting liquid to an acidity side, the time amount and energy which formation of a rod-like object takes can be decreased remarkably. Furthermore, in the manufacture approach of this invention by electrocasting, since the outer diameter of a rod-like object was set to about 1mm or less, the eccentricity in the ferrule as a product can be easily held down to the predetermined range by the grinding process of a periphery.

[0021] \*\*\*\* can also be said to be that this invention that does remarkable effectiveness so is invention which has a great meaning in contributing to the field sincerity.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

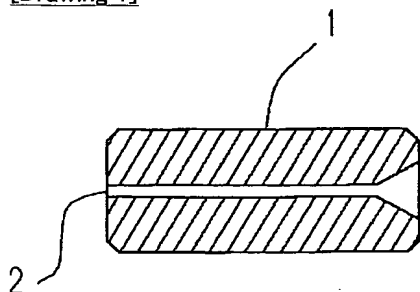
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

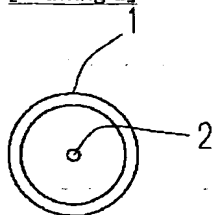
DRAWINGS

---

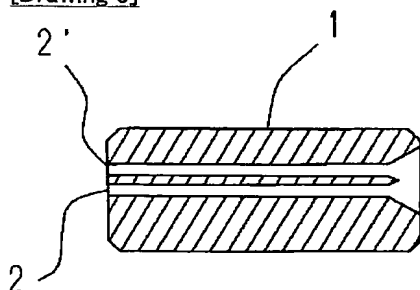
[Drawing 1]



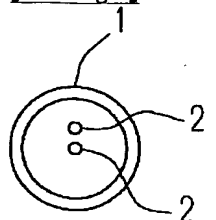
[Drawing 2]



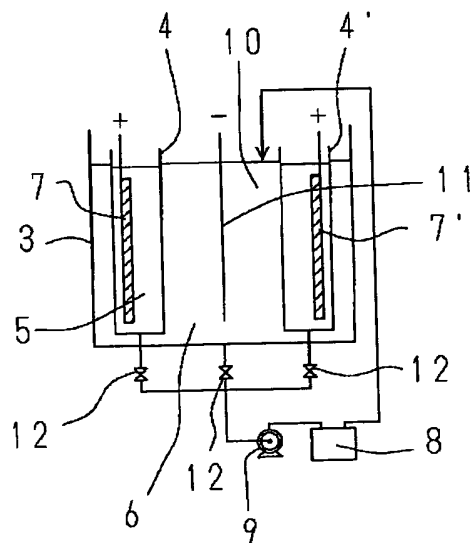
[Drawing 3]



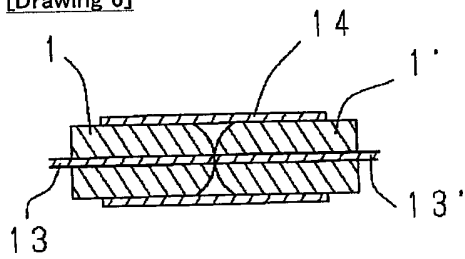
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-249252

(P2001-249252A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-コード (参考)

G 0 2 B 6/36

G 0 2 B 6/36

2 H 0 3 6

C 2 5 D 1/02

C 2 5 D 1/02

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-59817 (P2000-59817)

(22) 出願日 平成12年3月6日 (2000.3.6)

(71) 出願人 500102918

イノウ株式会社

福岡県久留米市野中町1526番地

(72) 発明者 小田 徳治

福岡県久留米市諏訪野町2546番地の3

(72) 発明者 秋山 和男

福岡県久留米市合川町280番地

(74) 代理人 100108486

弁理士 須磨 光夫

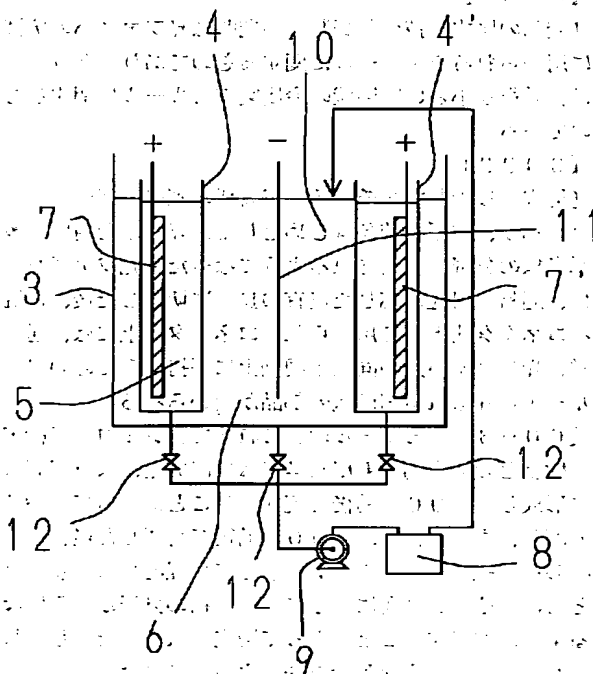
Fターム (参考) 2H036 QA19 QA20 QA44

(54) 【発明の名称】 フェルルール

(57) 【要約】

【課題】 外径が1mm以下である金属製フェルルールと、斯かるフェルルールの所望数を廉価に製造し得る方法を提供する。

【解決手段】 光ファイバを接続するための円筒状の金属製フェルルールにおいて、その金属製フェルルールの外径が1mm以下であることを特徴とするフェルルール、そのフェルルールを用いる光ファイバ用コネクタ。さらには、線材の周囲に金属を堆積させて外径約1mm以下の桿状物を形成する工程と、桿状物から線材を除去する工程と、桿状物の外周を外径1mm以下の真円に加工する工程とを含んでなる該フェルルールの製造方法により上記課題を解決する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバを接続するための円筒状の金属製フェルールにおいて、そのフェルールの外径が1 mm以下であることを特徴とするフェルール。

【請求項2】 フェルールが、本質的に、アルミニウム、ニッケル、鉄、銅、コバルト及びそれらの合金から選ばれる金属材料からなる請求項1に記載のフェルール。

【請求項3】 長手方向に光ファイバ素線を挿入するための挿通孔を1又は複数有する請求項1又は2に記載のフェルール。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載のフェルールを用いる光ファイバ用コネクタ。

【請求項5】 光ファイバ同士を永久接続するための部品としての請求項4に記載の光ファイバコネクタ。

【請求項6】 線材の周囲に金属を堆積させて外径約1 mm以下の桿状物を形成する工程と、桿状物から線材を除去する工程と、桿状物の外周を外径1 mm以下の真円に加工する工程とを含んでなる請求項1乃至3のいずれかに記載のフェルールの製造方法。

【請求項7】 電鍍により線材の周囲に金属を堆積させて桿状物を形成する請求項6に記載のフェルールの製造方法。

【請求項8】 線材が金属であるか、あるいは、少なくとも表面が導電性の線材である請求項6又は7に記載のフェルールの製造方法。

【請求項9】 電鍍に用いる電鍍液のpHが酸性側にある請求項7又は8に記載のフェルールの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は光ファイバの接続に用いられるフェルールに関するものであり、とりわけ、外径が小さい円筒状の金属製フェルールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 マルチメディア時代の到来に伴い、光ファイバが、電話回線をはじめとして、光素子を用いる多種多様の分野で頻用されるようになった。光ファイバは、通常、用途に応じた適宜の長さに切断した後、終端をコネクタ仕上して用いられ、コネクタ仕上には、通常、光ファイバ素線同士を同軸上に保持するためのフェルールと呼ばれる円筒状の部品が用いられる。

【0003】 フェルールは、これまで、ジルコニア粉末と樹脂との混合物を射出成型又は押出成型により円筒状に形成し、500℃前後で焼成することによって樹脂を分解し、さらに、1,200℃前後で焼成した後、焼成物の貫通孔をダイヤモンド研磨して孔径を微調整するとともに、その貫通孔に対して、焼成物の外周が真円になるように加工することによって製造されていた。しかしながら、このような製造方法によるときには、

(1) 射出成型や押出成型に高価な成型機や金型を必要とするうえに、金型がジルコニア粉末により摩耗し易いことから、頻繁に保守したり、交換しなければならない

(2) 貫通孔のダイヤモンド研磨に手間と熟練を要し、生産性を上げ難い

(3) 高温で焼成するので、多大のエネルギーコストがかかる

(4) ジルコニアなどのセラミックを原料とするフェルールにおいては、光ファイバ素線を挿通する貫通孔を複数設けることが実質的に不可能である

(5) セラミックを原料とするフェルールは、フィジカルコンタクト接続（以下、「PC接続」と略記する。）に対応して、端面を凸球面、斜め凸球面、フラット面、斜めフラット面などに加工するのが難しいという問題があった。

【0004】 これらの問題を解決する手段として、田中らは、特許協力条約に基づく国際出願PCT/JP99/06570号明細書（発明の名称「光ファイバコネクタ及びそれに用いられるフェルール並びにフェルールの製造方法」）において、電鍍により線材の周囲に金属を堆積させて桿状物を形成する工程と、その桿状物から線材を除去する工程とを含んでなる金属製フェルールの製造方法を提案している。しかしながら、同明細書の記載内容によると、この製造方法により得られるフェルールは外径が2乃至3 mmと比較的太いことから、コネクタなどにおける光ファイバの実装密度を上げ難いうえに、桿状物の外周に研削加工をほどこす際に、偏心度を所定の範囲に抑えるのが難しく、その結果として、フェルール製品の歩留りが低下し易いという問題があった。さらに、田中らの方法によるときには、フェルールの基材となる桿状物を得るのに略1日の通電を要し、フェルールの製造に多大の時間とエネルギーコストがかかるという問題があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 斯かる状況に鑑み、この発明は、外径が1 mm以下である円筒状の金属製フェルールと、斯かるフェルールの所望数を廉価に製造し得る方法を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明者が鋭意研究したところ、斯かるフェルールは、線材の周囲に金属を堆積させて外径約1 mm以下の桿状物を形成する工程と、桿状物から線材を除去する工程と、桿状物を外径1 mm以下の真円に加工する工程とを経由する方法により、所望数を所定の寸法精度で廉価に製造し得ることを見出した。また、桿状物を電鍍により形成する場合、電鍍液のpHを酸性側に設定することにより、フェルールの基材となる桿状物を形成するのに要する時間を大幅に短縮し得ることを見出した。さらに、斯かる方法により得るこ

とのできるフェルールは、従来のフェルールと比較して、外径が著しく小さいことから、コネクタなどにおける光ファイバの実装密度を有意に改善できるうえに、桿状物の外周を研削加工することにより、偏心度を所定の範囲、詳細には、 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内に容易に抑えることができることを確認した。

【0007】

【発明の実施の形態】この発明の実施の形態につき、以下、図面に沿って説明する。図1はこの発明によるフェルールの断面図であり、また、図2は図1に示すフェルールの左側面図である。図1及び図2において、1はフェルールであり、通常、本質的にアルミニウム、ニッケル、鉄、銅、コバルト又はそれらの合金から選ばれる金属材料からなり、これを小径の円筒状に形成することによって製造される。2は光ファイバ素線を挿入するための貫通孔であって、貫通孔2の直径は挿入する光ファイバ素線の線径に応じて、例えば、 $125.0 \mu\text{m}$ 、 $125.5 \mu\text{m}$ 、 $126.0 \mu\text{m}$ 、 $127.0 \mu\text{m}$ などとする。なお、後記するこの発明の製造方法によるときに、貫通孔2の孔径は容易にサブミクロンの精度、詳細には、 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内とすることができるとする。

【0008】フェルール1の外径は、コネクタなどへの装着性、機械強度などを勘案しながら、 $1\text{mm}$ 以下の直径、望ましくは、 $0.50$ 乃至 $0.75\text{mm}$ の範囲とする。フェルール1の長さは、コネクタの構造などに応じて適宜のものとする。なお、この発明のフェルールにおいては、用途に応じて、例えば、図1に示すように、フェルール1における端面の一方若しくは両方を、例えば、フラット、ブリドーム、アングルなどの形状に加工したり、貫通孔2に光ファイバ素線を挿入し易くする目的で、貫通孔1における光ファイバ素線の挿入口の一方若しくは両方に適宜角度のバックテーパを設けてもよい。なお、フェルール1の外周は、必要に応じて、例えば、NC機械加工などにより、貫通孔2の中心に対してサブミクロンの精度、詳細には、 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内の真円に研削加工される。

【0009】図3に示すのは、光ファイバ素線を2本挿入し得るように、貫通孔を二つ設けたこの発明のフェルールであり、図4はその左側面図である。2、2'はその二つの貫通孔であり、一方の貫通孔2はフェルール1の中心軸に沿ってフェルール1の長手方向に穿孔され、また、もう一方の貫通孔2'は、フェルール1の中心軸からやや偏心して、フェルール1の中心軸に沿って貫通孔2に平行して穿孔されている。

【0010】これらの実施例に見られるとおり、この発明は、外径が $1\text{mm}$ 以下である円筒状の金属製フェルールを提供するものである。ただし、上述の実施例は単なる例示であって、この発明はこれらの実施例に決して限定されてはならない。特に、フェルールの形状について言えば、この発明のフェルールは、全体として円筒状で

あって、その外径が $1\text{mm}$ 以下である金属製フェルール全般を包含するものであって、例えば、その外周の適所にコネクタ内の形状に応じた凸部、凹部及び／又は切欠部を有していたとしても、それらが当然にしてこの発明に包含されることは言うまでもない。

【0011】斯かるフェルールを製造する方法について説明すると、この発明の製造方法は、既述のとおり、線材の周囲に金属を堆積させて外径約 $1\text{mm}$ 以下の桿状物を形成する工程と、桿状物から線材を除去する工程とを含んでなる。電鑄などによつて線材の周囲に堆積する金属の厚みは、例えば、電鑄槽や陽極の構造などによって、線材におけるすべての部位において必ずしも一定ではないので、桿状物の外径が大きくなればなるほど、貫通孔が偏心する度合が大きくなる。この発明においては、桿状物の外径を約 $1\text{mm}$ 以下とすることによって線材の周囲に堆積する金属の厚みを必要最少限に止めたことから、桿状物の周囲を研削加工して偏心度（フェルールの外周を真円に見立てたときの円の中心と、貫通孔の中心とのずれ）を所定の範囲に、詳細には、 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内に抑えるのが極めて容易となり、製品としてのフェルールの歩留りも良くなる。線材の周囲に金属を堆積させる方法としては、例えば、電鑄、蒸着又はそれらの組合せによる方法などが挙げられ、この発明のフェルールはいずれの方法によつても製造可能であるが、多数のフェルールを短時間で製造するには電鑄による方法が好適である。そこで、以下においては、この発明によるフェルールの製造方法につき、電鑄による方法を中心に説明する。

【0012】電鑄によるフェルールの製造方法においては、導電性の線材が用いられる。線材の材質としては、例えば、鉄、アルミニウム、銅又はそれらの合金による金属線、その周囲を半田鍍金したもの、さらには、ナイロン、ポリエステル、テフロン（登録商標）などの合成樹脂を線状に形成し、その表面に、例えば、ニッケル、銀などの金属材料を鍍金するか、あるいは、導電性合成樹脂を線状に形成したものなどが用いられる。線材はフェルールの内径、すなわち、光ファイバ素線を挿入する貫通孔の孔径を決定するものであることから、太さの均一性、真円度（線材における所期の直径と実際の直径との近似度）及び直線性のすべてに高精度が要求される。斯かる線材は、上記のごとき金属又は合成樹脂を、例えば、ダイスを用いて押し出す方法、伸線による方法、さらには、センタレス加工などの方法により得ることができ、例えば、ステンレス合金の場合であれば、直径 $125.0 \pm 0.5 \mu\text{m}$ 程度の精度を有する線材が容易に入手できる。なお、貫通孔の形状として、円形以外の形状を所望する場合には、前述の金属材料をダイスを用いて押出成形する。

【0013】図5に示すのが電鑄により桿状物を製造す

るための装置であり、図中、3は電鍍槽であって、その内部は薄膜4により陽極室5と陰極室6とに分離されている。陽極室6には、一対の陽極7、7'が電鍍槽3の内壁に沿って、隔膜4の内側に互いに対向して設けられている。陽極7、7'の材質は線材の周囲に堆積させようとする金属に応じて適宜選択され、通常、ニッケル、鉄、銅、コバルトなどが用いられる。8は濾過器であって、通常、濾過精度0.1乃至2 $\mu$ m程度のものが用いられ、ポンプ9により電鍍液を高速濾過する。なお、12は弁である。

【0014】10は電鍍液であり、通常、水を溶剤とし、これに線材の周囲に堆積させようとする金属の種類に応じた適宜の金属成分を含有せしめてなるものが用いられる。電鍍により堆積させる金属の種類にもよるけれども、個々の金属成分としては、例えば、ニッケル、鉄、銅、コバルト、タングステン及びそれらの合金が挙げられ、したがって、電鍍液10としては、水溶液又は浮遊液の状態において斯かる金属成分を保持する、例えば、スルファミン酸ニッケル、塩化ニッケル、硫酸ニッケル、スルファミン酸第一鉄、硼弗化第一鉄、ピロリン酸銅、硼弗化銅、珪弗化銅、チタン弗化銅、アルカノールスルホン酸銅、硫酸コバルト、タングステン酸ナトリウムなどの水溶液か、あるいは、水に炭化珪素、炭化タングステン、炭化硼素、酸化ジルコニウム、窒化珪素、アルミナ、ダイヤモンドなどの微粉末を分散させてなる浮遊液が用いられる。これらのうち、スルファミン酸塩を含有する水溶液は、電鍍が容易であること、化学的に安定であること、溶解し易いことなどから、電鍍液10として極めて有用である。なお、電鍍液10の金属成分は、そのままこの発明のフェルールを構成する金属材料となることから、PC接続に用いるフェルールを所望する場合には、研削が容易な、例えば、ニッケルか、あるいは、ニッケル/コバルト合金などのニッケル合金とするのが望ましい。

【0015】電鍍は、電鍍槽3内に上述のごとき電鍍液10を満たした状態で、陰極室6内に線材11を浸漬し、必要に応じて、線材11をその長手方向の軸心の周りに回転させながら、陽極7、7'及び線材11にそれぞれ正及び負の直流を印加し、4乃至20A/dm<sup>2</sup>程度の電流密度になるように通電する。このとき、電鍍液10を酸性側のpH、望ましくは、pH3乃至6、さらに望ましくは、pH4乃至5に維持するときには、通電開始から12時間以内、通常、3乃至8時間以内に金属を所定の厚さまで線材11の周囲に堆積し得る。例えば、外径0.75mmのフェルールを製造する場合、直径126.8 $\mu$ m(真円度 $\pm$ 0.5 $\mu$ m以内)のステンレス線(SUS304)を線材11とし、この線材をスルファミン酸ニッケルを含有し、pHを4.3に調整した電鍍液10に浸漬して、5時間弱通電したところ、外径0.9mm前後の桿状物が安定して得られた。なお、

図5においては、電鍍液10中に線材11を1本のみ浸漬する例を示したが、これは単なる例示であって、必要に応じて、複数本の線材を浸漬し得ることは言うまでもない。特に、図3及び図4に示すがごとき貫通孔を二つ以上有するフェルールを所望する場合には、適宜の支持具を用いて対応する本数の線材を互いに平行になるように係止し、この状態で電鍍液10中に浸漬し、通電する。また、電鍍液10は、例えば、活性炭などを用いて定期的に有機性不純物を除去したり、また、電鍍に先立って、例えば、ニッケル鍍金した鉄製波板及び炭素をそれぞれ陰極及び陽極にし、両極間に0.2A/dm<sup>2</sup>前後の低電流密度で通電することによって、電鍍液から銅などの無機不純物を除去してもよい。

【0016】斯くして得られた桿状物は電鍍液10から取り出し、線材11を除去する。線材11を除去する方法については特に制限がなく、例えば、溶解、引抜、押出など、要は、桿状物が変形しなければ、いかなる方法であってもよい。線材11の材質にもよるけれども、一般的には、必要に応じて、酸性又はアルカリ性の水溶液で処理するか、あるいは、加熱しながら、桿状物をゆっくり回転させて線材11を引き抜くことにより、容易に除去することができる。また、電鍍に先立って、線材11の表面に、離型材として、例えば、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、脂肪酸アルキルエステルのエチレンオキシド付加物、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル類、ポリオキシプロピレンアルキルエーテル類、ポリオキシプロピレンアルケニルエーテル類、ポリオキシブチレンアルキルエーテル類、蔗糖脂肪酸エステル類、脂肪酸グリセリンモノエステル類、高級脂肪酸アルカノールアミド類、ポリオキシエチレン高級脂肪酸アルカノールアミド類、アミノオキサイド類、アルキルグリコシド類などの非イオン性界面活性剤や、ガロタンニン、ガロタンニン酸、タンニン酸ナトリウム、タンニン酸鉄、タンニン酸アンチモン、m-ガロイル没食子酸などのタンニン類の1又は複数を適量塗布するかこれらの溶液に浸漬するときには、電鍍後の線材11の除去が極めて容易となる。なお、線材11は、電鍍が終了してから直ちに除去するよりも、電鍍が終了してから1日以上、通常、2日以上、望ましくは、1週間以上空気にさらし、桿状物における線材11との接触部分がある程度酸化してからにすると、一層容易に除去することができる。

【0017】線材11を除去した桿状物は、用途に応じた所定の長さ切断した後、そのままフェルールとして用いることもできるけれども、通常、NC機械加工などにより外周をサブミクロンの精度( $\pm$ 0.5 $\mu$ m以内)で真円に研削加工する。この発明においては、線材の周囲に堆積される金属の厚みを桿状物の外径にして約1mm以下としたことから、製品としてのフェルールにおける偏心度を容易に $\pm$ 0.5 $\mu$ m以内とすることができ

る。

【0018】次に、この発明のフェルールの使用方法について説明すると、この発明のフェールは、光ファイバ同士を一時的又は永久的に接続するための部品として、光素子を用いる多種多様の用途において極めて有利に用いることができる。この発明のフェールは、従来のフェールと比較して外径が著しく小さいことから、例えば、プラグ型コネクタ、ジャック型コネクタ、アダプタ、レセプタクルをはじめとする多種多様のコネクタにおける光ファイバの実装密度を有意に改善することができる。この発明のフェールは、従来のフェールと比較して外径が著しく小さいことから、光ファイバをより高精度に接続し、接続に伴う光信号の損失を有意に小さくすることができる。図1、図2に例示したときこの発明のフェールを用い、光ファイバ同士をPC接続するコネクタの例を図6に示す。手順としては、まず、フェール1、1'の貫通孔にそれぞれ光ファイバ素線13、13'を挿入し、この状態でフェール1、1'の端面をそれぞれ凸球面仕上する。次に、整列スリーブ14の貫通孔内に、終端にフェール1、1'を取り付けた光ファイバ素線13、13'を先端同士が接触するまで反対方向から挿入する。斯くして得られる光ファイバコネクタは、そのままで用いるか、あるいは、必要に応じて、例えば、汎用のジャケットホルダ、ゴムホルダ、アウターカラーなどを装着して用いる。なお、この場合、光ファイバ素線13、13'の先端をフェール1、1'の端面と同時に、例えば、凸球面又は斜め球面に研削したり、フラット面又は斜めフラット面に研削してもよい。

【0019】

【発明の効果】叙上のとおり、この発明は、従来未知の新規な金属製フェールに関するものである。この発明のフェールは外径が小さいので、従来のフェールを用いる場合と比較して、コネクタにおける実装密度を有意に改善することができる。また、この発明のフェールは加工し易いので、光ファイバ素線を挿入した状態で高精度の加工を要求するPC接続に好適である。

【0020】斯かるフェールは、線材の周囲に金属を堆積させて外径約1mm以下の桿状物を形成する工程

と、桿状物から線材を除去する工程と、桿状物を外径1mm以下の真円の円筒状に加工する工程とを含んでなるこの発明による製造方法により、所望数を所定の寸法精度で容易且つ廉価に製造することができる。特に、電鋳により桿状物を形成する場合、電鋳液のpHを酸性側に設定するときには、桿状物の形成に要する時間とエネルギーを著減することができる。さらに、電鋳によるこの発明の製造方法においては、桿状物の外径を約1mm以下にしたことから、外周の研削加工によって、製品としてのフェールにおける偏心度を容易に所定の範囲に抑えることができる。

【0021】斯くも顕著な効果を奏するこの発明は、斯界に貢献すること誠に多大な、意義のある発明であると言える。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明によるフェールの断面図である。

【図2】図1のフェールの左側面図である。

【図3】この発明による別のフェールの断面図である。

【図4】図3に示すフェールの左側面図である。

【図5】この発明で用いる電鋳装置の概略図である。

【図6】この発明による光ファイバ用コネクタの断面図である。

【符号の説明】

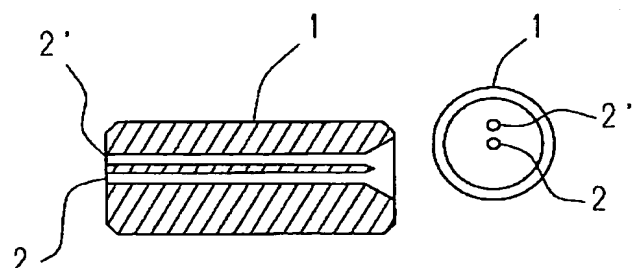
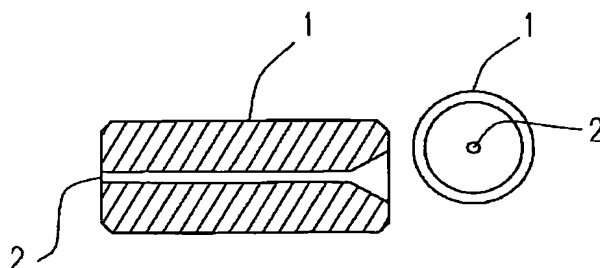
1、1'	フェール
2、2'	貫通孔
3	電鋳槽
4	隔膜
5	陽極室
6	陰極室
7、7'	陽極
8	濾過器
9	ポンプ
10	電鋳液
11	線材
12	弁
13、13'	光ファイバ素線
14	整列スリーブ

【図1】

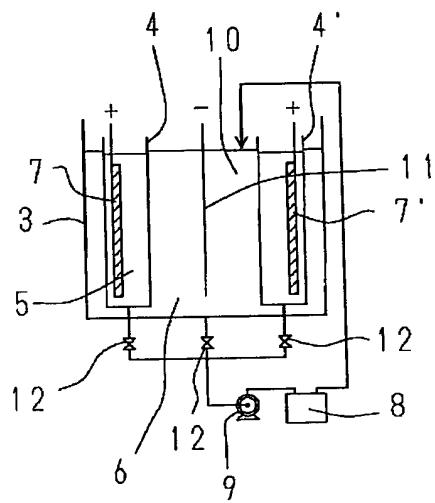
【図2】

【図3】

【図4】



【図5】



【図6】

